



УДК 622.248.5

## NEW EQUIPMENT TO CREATE A BASE AT THE MOUTH OF A GUSHING

I.M.Fyk<sup>1</sup>, D.V.Rymchuk<sup>\*1</sup>, T.O.Shkolnikova<sup>1</sup>, S.V.Tsubylko<sup>2</sup>

<sup>1</sup>National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv, Ukraine

<sup>2</sup>SK «Region» \* e-mail: Anastasia.kushch@ukr.net

## НОВЕ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ СТВОРЕННЯ БАЗИ НА ГИРЛІ ФОНТАНУЮЧОЇ СВЕРДЛОВИНИ

I.M.Фик<sup>1</sup>, Д.В.Римчук<sup>1</sup>, Т.О.Школьнікова<sup>1</sup>, С.В.Цибулько<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

<sup>2</sup>СК «Регіон»

### ABSTRACT

**Purpose.** The article is devoted to the creation of new effective equipment for the elimination of open gas and oil fountains. In connection with the development of oil and gas deposits lying at depths of 5–7 thousand meters, in which reservoir pressures are 70 MPa or more, there is a problem of creating appropriate equipment for the elimination of gas and oil fountains.

**Methods.** Literature review of known technical solutions, physical modeling, testing of equipment for tightness and strength.

**Findings.** the article is to inform specialists of the oil and gas industry of new equipment, in particular, the flange base at the mouth of the gushing well, developed by specialists of Kharkiv region.

**Originality.** Ways of further improvement of the equipment for creation of base on the mouth of the gushing well are planned.

**Practical implications.** Created detachable and non-detachable column flanges at a working pressure of 70 MPa, which are recommended for use in equipment elimination of gas and oil fountains.

**Keywords:** *one-piece column flange, detachable column flange, base, mouth, open fountain, shut-off valves, column binding, production column.*

**Постановка проблеми.** В процесі проведення робіт з ліквідування відкритого газового або нафтового фонтану на буровій свердловині, внаслідок падіння бурової вежі, ротора, лебідки на гирло руйнуються колонна обв'язка, противикидне обладнання. І після розчленування та розтягування пошкодженого обладнання із землі виступають лише неушкоджені обсадні колони, до яких, в подальшому кріпиться обладнання для створення бази, на котру наводиться нова запірні арматура.

При ліквідуванні відкритих фонтанів на експлуатаційних свердловинах для створення компактного вертикального струменя проводиться відстрілювання за допомогою артилерійських систем, або відрізання

водо-піщаною сумішшю чи лазером хрестовини трубної головки фонтанної арматури нижче бокових відведень. При цьому на гирлі залишається нижній фланець хрестовини трубної головки фонтанної арматури, котрий захищає від пошкодження верхній фланець колонної обв'язки – базу для наведення нової запірної арматури. Далі демонтується цей фланець разом з верхнім ущільнювачем колонної обв'язки, а пакер нижнього ущільнювача стає негерметичним через зняття з нього деформуючих зусиль. У такому випадку при наведенні на гирло фонтануючої свердловини нової запірної арматури і її закритті флюїд із експлуатаційної колони потрапить у міжколонний простір між експлуатаційною та

технічною колонами, що може в подальшому привести до руйнування всіх обсадних колон та виникнення грифонів. А цього допустити не можна.

Сьогодні для нарощування об'ємів видобутку нафти та газу буряться глибокі та надглибокі свердловини з аномально високими пластовими тисками. Для зменшення шкідливого впливу на навколишнє середовище роботи з ліквідування відкритих фонтанів на свердловинах, у фонтанному струмені яких містяться токсичні гази, проводяться при палаючому струмені. За таких умов підвищується рівень вимог до обладнання для створення бази на гирлі фонтануючої свердловини. Це обладнання повинно бути герметичним при тиску 70 МПа і вище, запобігати потраплянню флюїду в між колонний простір, монтуватися на гирлі свердловини окремим вузлом або наводитися у складі противикиного обладнання за допомогою гідронатягувачів з вертикальним ходом або шарнірних.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** У вітчизняній практиці [1, 2] для створення бази на гирлі фонтануючої свердловини при відсутності колонної обв'язки використовуються фланці роз'ємні типу ФР, а за наявності – фланці роз'ємні на експлуатаційну колону типу ФРЕК, ущільнювачі яких мають форму прямокутного трикутника в перетині. Але це обладнання не відповідає рівню сучасних вимог, а саме:

- максимальний робочий тиск для такого обладнання складає лише 35 МПа;
- ущільнювач не захищений від прямої дії фонтануючого струменя при наведенні противикидного обладнання;
- фланці типу ФР і ФРЕК не можуть наводитися на гирло фонтануючої свердловини у складі противикидного обладнання та дистанційно закріплюватися і герметизуватися після наведення.

Фланець ФР – 245х35, змонтований на гирлі фонтануючої свердловини № 324 Карачаганакського газоконденсатного родовища (Казахстан) показаний на Рис.1. Фланець ФРЕК – 168х35, змонтований на гирлі фонтануючої свердловини № 102 Олишівського підземного сховища газу показаний на Рис.2.



**Рис. 1.** Монтаж фланця ФР– 245х35 на гирлі свердловини № 324 Карачаганакського ГКР



**Рис. 2.** Монтаж фланця ФРЕК–168х35 на гирлі свердловини № 102 Олишівського ПСГ

У країнах пострадянського простору для створення бази на гирлі фонтануючої свердловини при відсутності колонної обв'язки використовуються фланці роз'ємні типу ФР [3, 4, 5, 6, 7]. Фланці роз'ємні типу ФРЕК відсутні на оснащених спеціалізованих рятувальних підрозділів, що виконують ліквідацію відкритих газових та нафтових фонтанів. При наведенні запірної арматури на розгерметизовану колону обв'язку використовується більш складна технологія подальших робіт з ліквідації фонтану, що включає в себе спуск труб у свердловину під тиском. Для наведення за допомогою гідронатягувачів в комплекті із запірною арматурою як база використовується само ущільнювальна клинова головка ГСК. Однак, клинова головка ГСК має ряд недоліків: її робочий тиск складає лише 21 МПа, недостатня площа контактної поверхні клинів головки з колоною, на яку вона встановлюється.

Американські спеціалісти для створення бази на гирлі фонтануючої свердловини використовують елементи колонної обв'язки фірми Cameron [9, 10], а саме однофланцевий корпус колонної головки ГК–1, нижню частину якого приварюють до технічної колони, а міжколонний простір між експлуатаційною та технічною колонами герметизують за допомогою розрізного гумового ущільнення, що є складовою частиною клинкової підвіски – трубоутримувача. Але і ця технологія має ряд суттєвих недоліків. Перший – зусилля, що виникає після закриття запірної арматури передається тільки на зварний шов, тому що клини підвіски не заклинені між експлуатаційною колоною і корпусом колонної головки. Другий – недостатня надійність вузла герметизації, так як із двох елементів вузла герметизації колонної обв'язки використаний тільки один – нижній.

**Мета і задачі досліджень.** Метою статті є інформування спеціалістів нафтогазової галузі про нове обладнання для створення бази на гирлі фонтануючої свердловини, розроблене спеціалістами Харківщини.

Основна задача дослідження – окреслити шляхи подальшого удосконалення обладнання для створення бази на гирлі фонтануючої свердловини та розробки нових технологій ліквідації відкритих нафтових і газових фонтанів.

**Виклад основного матеріалу.** Для створення бази на гирлі фонтануючої свердловини при відсутності колонної обв'язки розроблено два види фланців: фланець колонний нероз'ємний гідроприводний типу ФКНГ та фланець колонної обв'язки роз'ємний типу ФРЦ. Для герметизації гирла свердловини після наведення запірної арматури при наявності негерметичної колонної обв'язки сконструйовано фланець роз'ємний для обсадних колон типу ФРОК.

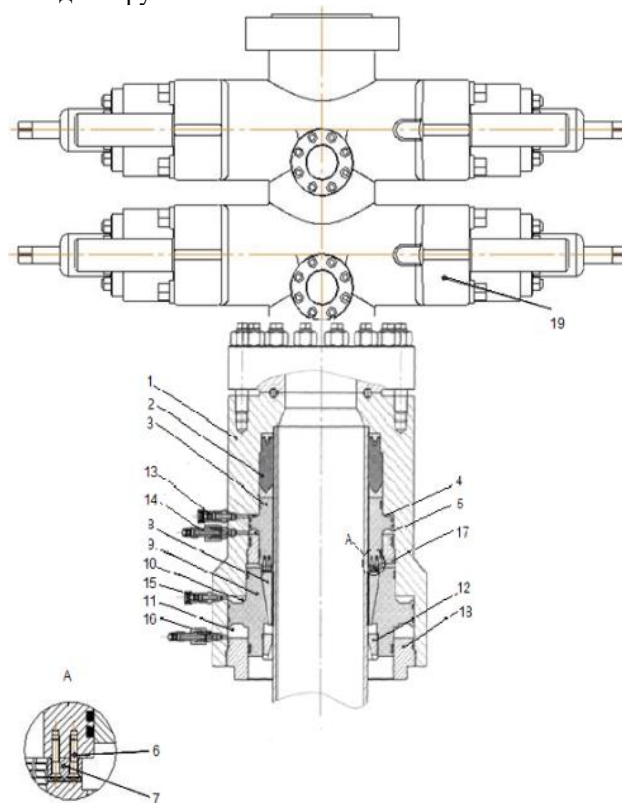
Фланець колонний нероз'ємний гідроприводний  
типу ФКНГ.

Фланці колонні нероз'ємні гідропривідні типу ФКНГ [11] сконструйовані для всіх типорозмірів обсадних труб, що використовуються при бурінні свердловин. Позначаються фланці колонні нероз'ємні гідропривідні типу ФКНГ наступним чином: ФКНГ – 168х70, де Ф – фланець; К– колонний; Н – нероз'ємний; Г – гідропроводний; 168 – діаметр колони, мм; 70 – робочий тиск, МПа. Фланці типу ФКНГ наводяться на гирло фонтануючої свердловини в комплекті з противикидним обладнанням за допомогою гідронатягувача з вертикальним ходом.

Фланець типу ФКНГ (рис.3) складається із порожнистого розточеного циліндричного корпусу 1, всередині котрого розташовані вузол герметизації 2, верхній поршень 3 із торцевими проточками, який разом із корпусом 1 утворює верхню нагнітальну камеру 4 і нижню нагнітальну камеру 5. Верхній поршень 3 приєднано болтами 6 до кільцевої втулки 7 із елементами фіксації 8, які виконано у вигляді радіально розташованих зубчастих клинів. Зовнішня клинова поверхня вузла фіксації 8 має відповідний кут нахилу до внутрішньої поверхні нижнього поршня 9 із торцевими проточками, який разом із корпусом 1 утворює верхню нагнітальну камеру 10 і нижню нагнітальну камеру 11. У нижню частину корпусу 1 на різьбі встановлено направлення 12. У корпусі 1 відповідно до верхньої нагнітальної камери 4 та нижньої нагнітальної камери 5 верхнього поршня 3 виконані наскрізні отвори, у які із зовнішнього боку корпусу 1 за допомогою різьби під'єднано ніпельний штуцер 13 та ніпельний штуцер 14, а також відповідно до верхньої нагнітальної камери 10 та нижньої нагнітальної камери 11 нижнього поршня 9 виконані наскрізні отвори, у які з зовнішнього боку корпусу 1 за допомогою різьби під'єднано ніпельний штуцер 15 та ніпельний штуцер 16. Для обмеження ходу поршнів всередині корпусу розташовані втулки 17 і 18.

Фланець ФКНГ працює наступним чином. Після приєднання до нього запірного обладнання 19 кріпиться на гідравлічний натягувач з вертикальним ходом і разом з ним встановлюється на гирлі фонтануючої свердловини і наводиться на обсадну трубу, через яку фонтанує свердловина. Направлення 12 забезпечує внутрішню порожнину пристрою під час проходження обсадної труби. Пристрій опускається вниз до упору обсадної колони у внутрішню поверхню корпусу 1. Крізь ніпельний штуцер 14 у нижню нагнітальну камеру 5 нагні-

тається робоча рідина, під дією якої відбувається переміщення вгору верхнього поршня 3. Під дією останнього відбувається герметизування корпусу 1 відносно обсадної труби шляхом стиснення елементів вузла герметизації 2. Рухаючись вгору, верхній поршень 3 переміщує кільцеву втулку 7 і приєднані до нього болтами 6 елементи вузла фіксації 8. Крізь ніпельний штуцер 16 у нижню нагнітальну камеру 11 нагнітається робоча рідина, під дією якої відбувається переміщення вгору нижнього поршня 9 і фіксація пристрою на обсадній трубі розклинням елементів вузла фіксації 8. Для демонтажу або у разі необхідності переустановлення пристрою стравлюється тиск із нижніх нагнітальних камер 5, 11 крізь ніпельні штуцери 14, 16 та нагнітається робоча рідина крізь ніпельний штуцер 15 у верхню нагнітальну камеру 10 і крізь ніпельний штуцер 13 у верхню 15 нагнітальну камеру 4, що приводить у рух нижній поршень 9 і верхній поршень 3 у нижнє положення і подальшу розгерметизацію та від'єднання пристрою відносно обсадної труби.



**Рис. 3.** Фланець колонний нероз'ємний  
гідропривідний ФКНГ – 168х70

Фланец колонний роз'ємний типу ФРЦ

Фланець колонний роз'ємний типу ФРЦ призначений для створення бази на гирлі фонтануючої свердловини при відсутності колонної обв'язки. Позначаються фланці колонні роз'ємні типу ФРЦ наступним чином ФРЦ – 168х70, де Ф – фланець, Р – роз'ємний, Ц – перша буква прізвища конструктора Цибулька С.В., 168 – діаметр колони, мм, 70 – робочий тиск, МПа.

Розроблена технічна документація фланців ФРЦ під усі типорозміри обсадних колон, котрі використовуються при будівництві свердловин. Всі фланці цього типу аналогічні за конструкцією. Розглянемо будову фланців роз'ємних типу ФРЦ на прикладі фланця ФРЦ – 168х70. Цей фланець складається (рис. 4) із самого фланця роз'ємного 1, корпусу ущільнювача 10, ущільнення 2, натискної котушки КН 280х70 – 180х70 3, хомути монтажного 9, хомути страхувального 4, стяжних гвинтів 12.

Фланець роз'ємний 1 складається двох симетричних напівкорпусів, що мають розточки, у які вставляються сухарі. Котушка натискна КН 280х70 – 180х70 може використовуватись у комплекті з фланцями ФРЦ – 146х70 і ФРЦ – 140х70. Для цього необхідно у котушці встановити відповідну натискну втулку 8.

Перед установленням фланця на гирло свердловини потрібно підготувати експлуатаційну колону та робоче місце на дні шахти. Підготовлена експлуатаційна колона повинна відповідати наступним вимогам: не мати відхилень зовнішнього діаметра від номінального, виступати над дном шахти на висоту 900 мм, не мати слідів деформацій, механічних пошкоджень, корозії. Верхній торець колони повинен мати зовнішню фаску 6х45°. Направлення, кондуктор і технічні колони відрізаються по дну шахти. Робоча площадка на дні шахти повинна мати тверде покриття та розміри 2,8х2,8 м.

До установлення на гирло свердловини фланець повинен бути випробуваний у комплекті з запірною арматурою на герметичність рідиною на робочий тиск.

Монтаж фланця здійснюється у наступній послідовності. На експлуатаційну колону встановлюється монтажний хомут 9. Місце встановлення монтажного хомути вибирається із такого розрахунку, щоб після монтажу фланця на гирлі свердловини експлуатаційна колона виступала над ним на  $100 \pm 10$  мм. На монтажний стіл встановлюються два напівкорпуси фланця 1 і з'єднуються між собою. На визначеній висоті на експлуатаційній колоні монтується хомут страхувальний 4. За допомогою двох стяжних гвинтів 12 фланець 1 з'єднується з хомутом страхувальним 4. На фланець 1 встановлюється корпус ущільнювача 10, у середину котрого укладається розрізане ущільнення 2. Корпус ущільнювача за допомогою спеціального пристрою 11 кріпиться до фланця 1. У фланець 1 вкручуються чотири напрямні шпильки 5, які забезпечують точне центрування обладнання, що наводиться, відносно гирлового. Котушка натискна 3 наводиться на гирло свердловини разом із запірною арматурою. Наведення запірної арматури на фланець ФРЦ може здійснюватися як за допомогою канатної оснастки так і за допомогою гідронатягувачів як шарнірного так і з вертикальним ходом.

На рис.5 показані фрагменти стендових випробувань фланця ФРЦ – 168х70.

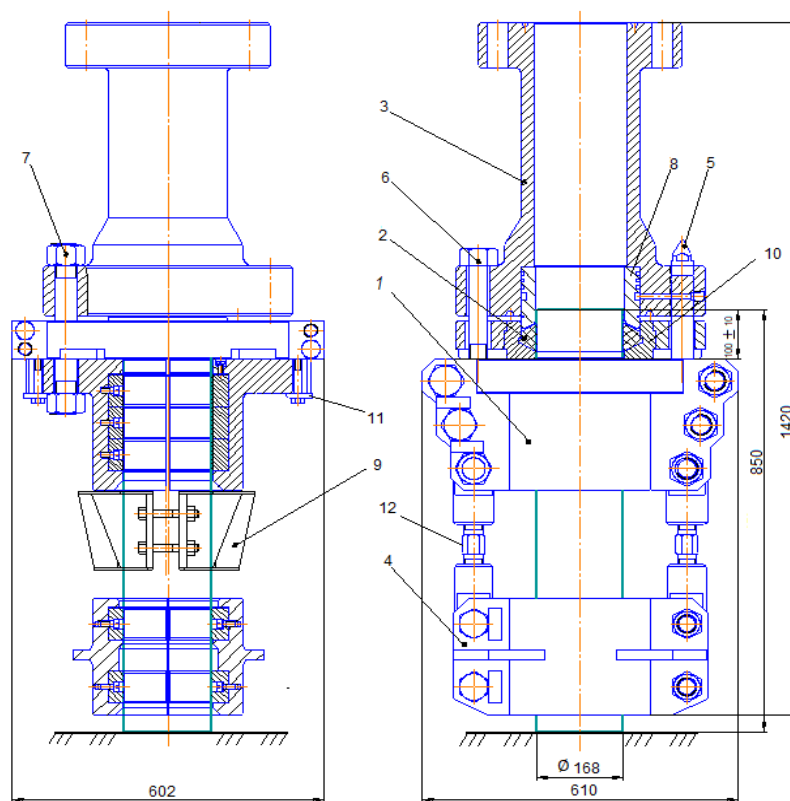
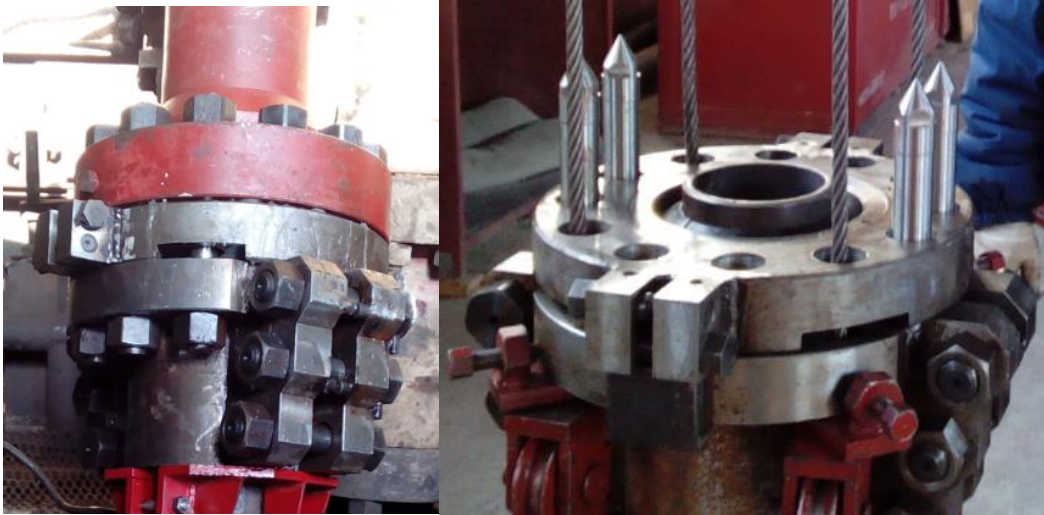


Рис. 4. Фланець роз'ємний ФРЦ – 168х70

- 1 – фланець роз'ємний; 2 – ущільнення; 3 – котушка натискна; 4 – хомут страхувальний; 5 – шпилька напрямна; 6 – болт; 7 – шпилька з двома гайками; 8 – втулка натискна; 9 – хомут монтажний; 10 – корпус ущільнювача; 11 – кріплення корпусу ущільнювача; 12 – стяжний гвинт





**Рис. 5.** Стендові випробування фланця ФРЦ – 168х70

а) випробування на герметичність; б) наведення запірною арматурою за допомогою канатної оснастки

*Фланець роз'ємний для обсадних колон типу ФРОК*

Фланець роз'ємний для обсадних колон типу ФРОК призначений для герметизації гирла свердловини після наведення запірної арматури при наявності колонної обв'язки.

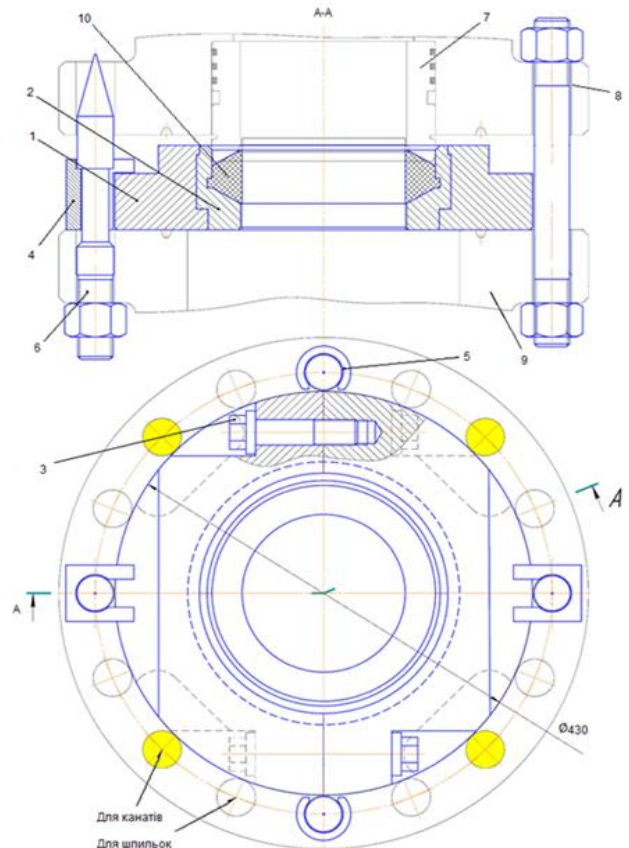
Розроблені фланці роз'ємні типу ФРОК на всі типорозміри обсадних колон і на різні робочі тиски.

Розглянемо будову та порядок монтажу фланців типу ФРОК на прикладі фланця роз'ємного ФРОК – 168х70. Позначення ФРОК – 168х70 розшифровується наступним чином: Ф – фланець; Р – роз'ємний; ОК – обсадна колона; 168 – діаметр колони, мм; 70 – робочий тиск, МПа.

Фланець складається (рис. 6) з корпусу 1, розрізного сидла 2, ущільнення 10, напрямних шпильок 5 і 6, натискної котушки 8, вузлів фіксації 4. Корпус 1 складається із двох симетричних напівкорпусів.

Монтаж фланця на гирлі фонтануючої свердловини здійснюється в наступному порядку. Корпус 1 встановлюється на колону обв'язку 9. Після встановлювання на колону обв'язку два напівкорпуси фланця за допомогою болтів 3 з'єднуються в одне ціле. У розточку корпусу встановлюються змінне розрізне сидло 2, та ущільнення 10. За допомогою вузлів фіксації 4 та гайок до корпусу фланця і колонної обв'язки кріпляться центрувальні шпильки 5 і 6. Натискна котушка 8 наводиться на гирло фонтануючої свердловини разом із запірною арматурою.

Змінюючи натискну втулку 7 у натискній котушці 8, сидло 2 та ущільнення 10 на базі ФРОК – 168х70 утворюється ФРОК – 140х70 або ФРОК – 146х70.



**Рис. 6.** Фланець роз'ємний ФРОК – 168х70

При відкритому фонтануванні через експлуатаційну колону інколи виникають незначні витоки флюїду через міжколонний простір між експлуатаційною та технічними колонами. А у деяких випадках пропуски флюїду через міжколонний простір виникають після герметизації гирла свердловини коли перекрите фонтанування через експлуатаційну колону.

Для успішного та безпечно проведення робіт на таких свердловинах необхідно розробити фланець-герметизатор, котрий установлювався б на технічну колону та мав два вузла герметизації. Перший вузол – для забезпечення герметичності між фланцем та технічною колоною, а другий – для забезпечення герметичності між експлуатаційною та технічною колонами. Робочий тиск фланця герметизатора повинен бути 70 МПа.

## ВИСНОВКИ

1. Розроблене обладнання для створення бази на гирлі фонтануючої свердловини рекомендується до використання при проведенні робіт з ліквідації відкритих газових і нафтових фонтанів.

2. Подальшим пріоритетним напрямком розвитку нового обладнання для створення бази на гирлі фонтануючої свердловини вважати розроблення фланця-герметизатора із двома вузлами герметизації. Перший вузол – для забезпечення герметичності між фланцем та технічною колоною, другий – для забезпечення герметичності між експлуатаційною та технічною колонами. Робочий тиск фланця-герметизатора повинен бути 70 МПа.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ / REFERENCES

1. Радковский В.Р. Оборудование и инструмент для предупреждения и ликвидации фонтанов [текст] /

Радковский В.Р., Римчук Д.В., Ленкевич Ю.Е., Блохин О.А. – М.: Недра. – 1996.

2. Пат. 72641 UA, МКІ Е21В33/03. Пристрій для герметизації гирла свердловини / Вайсберг Г.Л., Римчук Д.В., Ленкевич Ю.Є.; Заявл. 27.02.2003; опубл. 15.03.2005; Бюл. № 3.

3. Сайт Южно-Российской противofонтанной части URL: <http://urpvh.ru/> (дата звернення 20.08.19)

4. Игrevский В.Н. Предупреждение и ликвидация нефтяных и газовых фонтанов. [текст]/ Игrevский В.Н., Мангушев К.Н. – М.: Недра. – 1974.

5. Малеванский В.Д. Гидродинамические расчеты режимов глушения фонтанов в нефтяных и газовых скважинах. [текст]/ Малеванский В.Д., Шеберетов Е.В. – М.: Недра. – 1990.

6. Логанов Ю.Д. Открытые фонтаны и борьба с ними. [текст]/ Логанов Ю.Д., Соболевский В.В., Симонов В.М. – М.: Недра. – 1991.

7. Башарин Ю.Н. Предупреждение и ликвидация флюидопроявлений и открытых фонтанов при строительстве, эксплуатации, ремонте нефтяных и газовых скважин. – Гомель: ЧУП ЦНТУ «Развитие». – 2007.

8. Окончание операции по глушению открытых фонтанов в Кувейте. *Экспресс-информ. Нефтепромысловое дело. 1993. Вып. 1. С. 33 – 40.*

9. Kuwait on Fire – 25 year anniversary.

URL:<http://www.safetyboss.com/2016/01/11/kuwait-on-fire-25-year-anniversary/> (дата звернення 20.08.19)

10. History of Halliburton.

URL:<http://www.halliburton.com/en-US/ps/production-solutions/history-of-halliburton.page> (дата звернення 20.08.19)

11. Пат. 115185 UA, МПК Е21В33/00. Пристрій для ліквідування відкритих газових та нафтових фонтанів /Коцаба В.І., Римчук Д.В., Місінюв А.О., Куцай О.Г., Розенфельд І.М., Василенко С.В.; Заявл. 19.09.2016; опубл. 10.04.2017; Бюл. № 7.

## ABSTRACT (IN UKRAINIAN)

**Мета.** Стаття присвячена створенню нового ефективного обладнання для ліквідації відкритих газових і нафтових фонтанів. У зв'язку з освоєнням покладів нафти і газу, що залягають на глибинах 5–7 тис. м, для яких пластові тиски складають 70 МПа і більше, постає проблема створення відповідного обладнання для ліквідації газових і нафтових фонтанів.

**Методика.** Літературний огляд відомих технічних рішень, фізичне моделювання, випробування обладнання на герметичність і міцність.

**Результати.** Стаття інформує спеціалістів нафтогазової галузі про нове обладнання, зокрема, фланцевої бази на гирлі фонтануючої свердловини, розроблене спеціалістами Харківщини.

**Практична значимість.** Створено роз'ємні і нероз'ємні колонні фланці на робочий тиск 70 МПа, які рекомендуються для використання в обладнанні ліквідації газових і нафтових фонтанів.

**Наукова новизна.** Окреслені шляхи подальшого удосконалення обладнання для створення бази на гирлі фонтануючої свердловини.

*Ключові слова:* фланець колонний нероз'ємний, фланець колонний роз'ємний, база, гирло, відкритий фонтан, запірня арматура, колонна обв'язка, експлуатаційна колона.

## **ABSTRACT (IN RUSSIAN)**

**Цель.** Статья посвящена созданию нового эффективного оборудования для ликвидации открытых газовых и нефтяных фонтанов. В связи с освоением залежей нефти и газа, залегающих на глубинах 5–7 тыс. м, в которых пластовые давления составляют 70 МПа и более, возникает проблема создания соответствующего оборудования для ликвидации газовых и нефтяных фонтанов.

**Методика.** Литературный обзор известных технических решений, физическое моделирование, испытание оборудования на герметичность и прочность.

**Результаты.** Статья информирует специалистов нефтегазовой отрасли о новом оборудовании, в частности, фланцевой базы на устье фонтанирующей скважины, разработанном специалистами Харьковщины.

**Практическая значимость.** Созданы разъемные и неразъемные колонные фланцы на рабочее давление 70 МПа, которые рекомендуются для использования в оборудовании ликвидации газовых и нефтяных фонтанов.

**Научная новизна.** Намечены пути дальнейшего совершенствования оборудования для создания базы на устье фонтанирующей скважины.

**Ключевые слова:** *фланец колонный неразъемный, фланец колонный разъемный, база, устье, открытый фонтан, запорная арматура, колонная обвязка, эксплуатационная колонна.*

## **ABOUT AUTHORS**

**І.М.Фик**, д.т.н., професор, Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", Харків, Україна

**Д.В.Римчук\***, к.т.н., доцент, Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", Харків, Україна

**Т.О.Школьнікова**, к.т.н., доцент, Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", Харків, Україна

**С.В.Цибулько**, інженер, провідний конструктор СК «Регіон»

\* e-mail: [Anastasia.kushch@ukr.net](mailto:Anastasia.kushch@ukr.net)